

## Custo Médio da Irrigação Localizada no Cultivo de Palma de Óleo no Cerrado



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
362**

**Custo Médio da Irrigação Localizada no  
Cultivo de Palma de Óleo no Cerrado**

*Jorge Cesar dos Anjos Antonini  
Alexsandra Duarte de Oliveira  
Daniel Ioshiteru Kinpara*

**Embrapa Cerrados**  
*Planaltina, DF  
2020*

Esta publicação encontra-se disponível gratuitamente  
no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/?initQuery=t>  
(Digite o título e clique em "Pesquisar")

**Embrapa Cerrados**  
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza  
Caixa Postal 08223  
CEP 73310-970, Planaltina, DF  
Fone: (61) 3388-9898  
Fax: (61) 3388-9879  
[embrapa.br/cerrados](http://embrapa.br/cerrados)  
[embrapa.br/fale-conosco/sac](http://embrapa.br/fale-conosco/sac)

#### **Comitê Local de Publicações da Unidade**

Presidente  
*Marcelo Ayres Carvalho*

Secretária-executiva  
*Marina de Fátima Vilela*

Secretária  
*Alessandra S. Gelape Faleiro*

Membros  
*Alessandra S. G. Faleiro; Cícero Donizete Pereira; Gustavo José Braga; João de Deus G. dos Santos Júnior; Jussara Flores de Oliveira Arbues; Shirley da Luz Soares Araújo*

Supervisão editorial  
*Jussara Flores de Oliveira Arbues*

Revisão de texto  
*Jussara Flores de Oliveira Arbues*

Revisão do abstract  
*Margit Bergener Leite Guimarães*

Normalização bibliográfica  
*Shirley da Luz Soares Araújo (CRB 1/1948)*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica e tratamento de imagens  
*Wellington Cavalcanti*

Foto da capa  
*Jorge Cesar dos Anjos Antonini*

Impressão e acabamento  
*Alexandre Moreira Veloso*

#### **1ª edição**

1ª impressão (2020): tiragem 30 exemplares

#### **Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)** Embrapa Cerrados

---

A635 Antonini, Jorge Cesar dos Anjos.

Custo médio da irrigação localizada no cultivo de palma de óleo no cerrado / Jorge Cesar dos Anjos Antonini, Alessandra Duarte de Oliveira, Daniel Ioshiteru Kinpara. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2020.

27 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X; 362).

1. *Elaeis guineenses*. 2. Irrigação. 3. Custo. I. Oliveira, Alessandra Duarte de. II. Kinpara, Daniel Ioshiteru. III. Título. IV. Série.

---

633.851 CDD-21

---

© Embrapa, 2020

# Sumário

---

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos .....	9
Resultados e Discussão .....	17
Conclusões.....	25
Referências .....	25



# Custo Médio da Irrigação Localizada no Cultivo de Palma de Óleo no Cerrado

Jorge Cesar dos Anjos Antonini<sup>1</sup>

Alexsandra Duarte de Oliveira<sup>2</sup>

Daniel Ioshiteru Kinpara<sup>3</sup>

**Resumo** – No Brasil, estudos sobre os custos do cultivo de palma de óleo com o uso de irrigação suplementar são inexistentes. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo quantificar esses custos, a partir do uso da tecnologia de irrigação e, por meio da simulação do primeiro ao quinto ano de desenvolvimento da cultura, após o plantio definitivo, nas condições do Cerrado. Para análise dos custos com irrigação, foi simulado um pomar de palma de óleo (cultivar BRS C2501) com 1.935 plantas, ocupando uma área de 10,81 ha, localizada na Embrapa Cerrados, DF (15°35'30" S, 47°42'30" W e altitude de 1.030 m). O arranjo de plantio foi em triângulo equilátero, resultando num espaçamento de 6,93 m entre linhas e 8 m entre plantas com densidade de plantio de 179 plantas/ha. O custo do uso da tecnologia de irrigação variou com o ano de desenvolvimento da cultura, atingindo, no quinto ano, o valor de 907,32 R\$ ano<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>, valor este relativo aos preços praticados no ano de 2020. Os custos fixos representam a maior parte do custo total de 71% a 48%, enquanto os custos variáveis representam de 29% a 52%, quando se considera o primeiro e o quinto ano de cultivo, respectivamente.

**Termos para indexação:** *Elaeis guineenses*, microaspersão, depreciação.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

<sup>2</sup> Engenheira-agrônoma, doutora em Produção Vegetal, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

## Average Cost of Oil Palm Irrigation in the Cerrado

**Abstract** – In Brazil, studies on the costs of cultivating oil palm using supplementary irrigation are non-existent. In this context, this study aimed to quantify these costs, based on the use of irrigation technology and, through the simulation of the first to the fifth year of crop development, after definitive planting, under Cerrado conditions. In order to analyze irrigation costs, an oil palm orchard (BRS C2501) with 1935 plants was simulated, occupying an area of 10.81 hectares, located at Embrapa Cerrados, DF. (15°35'30" S, 47°42'30" W and altitude of 1,030 m). The planting arrangement was established in an equilateral triangle, resulting in a spacing of 6.93 m between rows and 8 m between plants with a plant density of 179 plants.ha<sup>-1</sup>. The cost of using irrigation technology varied during the course of the year of the crop's development, reaching, in the fifth year, the value of 907.32 R \$ year<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>, a value for prices practiced in 2020. The fixed costs for most of the total cost varied between 71% to 48%, while variable costs represented 29% to 52%, when considering the first and fifth year of cultivation, respectively.

**Index terms:** *Elaeis guineenses*, micro sprinkler, depreciation.

## Introdução

---

A palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq) é uma palmeira existente nas regiões tropicais e originária da África. Destaca-se, principalmente, entre as oleaginosas cultivadas pelo seu elevado potencial de produção de óleo, que varia de 4 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 6 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Cunha et al., 2010). É a oleaginosa de valor econômico mais produtiva que se tem conhecimento. Sua produtividade média de óleo é dez vezes mais do que a soja e mais eficiente que o óleo de girassol e colza (Jackson et al., 2019; Cunha et al., 2010; Corley, 2009). Além disto, é mais competitiva no mercado mundial quando considerada em termos de produção e importância para o mercado de oleaginosas, justificando pelo rendimento, preço, e versatilidade de uso (Schmidt; Weidema, 2008; Corley, 2009; International Finance Corporation, 2011; Potts et al., 2014; Vijay et al., 2016). Em condições tropicais, agrega-se a estabilidade à temperatura ambiente quando comparado a outros óleos vegetais (Jackson et al., 2019). Uma outra vantagem é que tanto o óleo de palma como o de palmiste são extraídos da polpa e da amêndoa do fruto por processos físicos, com base na elevação de temperatura e prensagem, sem uso de solventes ou qualquer tipo de produto químico. O Brasil ocupa a nona posição mundial na produção de óleo de palma, sendo responsável por 395 mil toneladas por ano. No entanto, a produção nacional, ainda é insuficiente para suprir a demanda interna de aproximadamente 506 mil toneladas por ano. Quando se refere ao óleo de palmiste, a situação é ainda mais drástica, pois o consumo é de 233 mil toneladas por ano para uma produção de 30 mil toneladas por ano (Brasil, 2018). Assim, existe uma lacuna para incrementar os meios de produção dessa cultura e atender as futuras demandas de segurança alimentar. Estima-se que até 2050 serão necessários 12 a 18 milhões de hectares, a mais, para atender a demanda mundial (Corley, 2009).

As áreas tradicionais de cultivo da palma de óleo são aquelas que ocorrem em região de clima tropical úmido (Bastos, 2000). Segundo Gonçalves et al. (2010), a cultura exige condições bem específicas, como precipitação superior a 1.800 mm por ano e insolação de 2 mil horas por ano (Bastos et al., 2000). A temperatura média varia na faixa de 24 °C a 28 °C. Baixas temperaturas acarretam redução do ritmo de crescimento de plantas jovens e da produção de frutos em plantas adultas, aumentando o abortamento de inflorescências antes da antese (Gonsalves, 2001). Os solos de cultivo devem



ser profundos e bem drenados, sem impedimentos físicos para o crescimento adequado das raízes e com baixa saturação de bases. Em geral, solos com declividade inferior a 10% ou terrenos planos são preferíveis ao cultivo (Lima, 2000; Gomes Junior; Barra, 2010).

No Brasil, o cultivo está concentrado no Pará e na Bahia, com produção de 85% e 14,7%, respectivamente, do total produzido no país (Costa et al., 2017). Nessas regiões, o sistema de produção é dependente da oferta hídrica do local. No entanto, alguns trabalhos realizados verificaram resposta positiva da cultura à utilização da tecnologia de irrigação em cultivos realizados em regiões com déficit hídrico durante parte do ano (Antonini et al., 2015a; Antonini et al., 2015b; Antonini; Malaquias, 2019).

Para o manejo racional da irrigação, é fundamental a correta decisão de quando e quanto irrigar. No cultivo de palma de óleo, segundo Antonini; Malaquias (2019), o quando irrigar pode ser estabelecido com base no esgotamento da capacidade de água disponível (CAD), adotando-se o fator de disponibilidade de água ( $f$ ) igual a 0,6. Para estimar o quanto irrigar, uma das alternativas disponíveis é o uso do coeficiente de cultura ( $K_c$ ), associado à estimativa da evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ). Os procedimentos de cálculos do  $K_c$  podem ser acessados na Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (Allen et al., 1998; Doorenbos; Kassam, 1979; Doorenbos; Pruitt, 1977). O valor do  $K_c$  utilizado para a palma é de 0,75, 0,85 e 0,95, respectivamente, no primeiro, no segundo e no terceiro ano de cultivo. Nos anos seguintes, utiliza-se o valor de 1,1 (Calvache, 2002; Carr, 2011; Ortiz; Calvache, 2014; Antonini et al., 2015b).

As condições de clima e solo para o cultivo da palma de óleo, com exceção da precipitação, são encontradas, em grande parte, na região do Cerrado. Nessa região, o cultivo só se viabiliza suprimindo o requerimento de água da planta, com a utilização da tecnologia de irrigação suplementar, nos períodos de deficiência hídrica. Segundo Carr (2011), para cada 100 mm de déficit anual de água, há uma diminuição de 10% na produção da palma de óleo. Kallarackal et al. (2004) e Méndez et al. (2012) afirmam que o déficit hídrico é o principal fator limitante para produtividade de cachos de frutos frescos da palma de óleo e que, para a produção ideal de palmeiras adultas, é necessário de 4 mm dia<sup>-1</sup> a 5 mm dia<sup>-1</sup>, dependendo das condições climáticas do local.

No contexto de uma área experimental na Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF, instalada em fevereiro de 2006 e que avalia o desempenho

de quatro cultivares de palma de óleo provenientes da Embrapa Amazônia Ocidental, com adoção de irrigação como um fator fixo e suplementar ao déficit hídrico, foram obtidos resultados que revelam alto potencial de produção, com produtividades de cachos de frutos frescos (PCFF), no terceiro ano de produção, superiores em 19% a 45% das produtividades obtidas nas regiões de cultivo tradicional do Brasil. Os cultivares avaliados foram BRS C2528, BRS C2301, BRS C2501 e BRS C1001 com produtividades de 23,2 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; 22,1 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; 20,5 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 19,1 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente (Antonini et al., 2013).

Segundo Vieira et al. (2011), a seleção adequada de um sistema de irrigação deve ser feita conhecendo-se os custos fixos e variáveis oriundos do sistema e do manejo adotado. Os custos anuais de irrigação devem incluir os custos associados com a compra do equipamento (depreciação e custo de oportunidade do investimento), a operação (energia e mão de obra utilizada para acionamento e manejo do equipamento) e a manutenção do sistema de irrigação (reposição, consertos e lubrificação de componentes do sistema de irrigação) (Fernandes et al., 2008).

A depreciação do investimento realizado pode ser feita pelo método direto ou linear, e o custo de oportunidade baseado no valor médio do equipamento instalado e na taxa de juros básica da caderneta de poupança de 6% ao ano. No entanto, para a estimativa destes parâmetros é necessário conhecer a vida útil do sistema e o valor de sucata. O custo de manutenção anual pode ser adotado como um percentual do valor de mercado do componente do sistema (Fernandes et al., 2008; Marquelli et al., 2011; Keller; Bliesner, 1990).

No Brasil, estudos sobre os custos da irrigação com palma de óleo são inexistentes. Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo quantificar o custo médio da irrigação localizada no cultivo de palma de óleo no Cerrado.

## Material e Métodos

---

### Local do estudo e metodologias utilizadas

Para análise dos custos com irrigação, foi simulado um pomar de palma de óleo (cultivar BRS C2501) com 1.935 plantas, ocupando uma área de 10,81 ha, localizado na Embrapa Cerrados, Planaltina DF, (15°35'30" S, 47°42'30"

W e altitude de 1.030 m). O clima da região é estacional e corresponde ao tipo Aw (Köppen). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa (Embrapa, 2018). O arranjo de plantio foi em triângulo equilátero de 8 m de lado, com as plantas ocupando cada um dos vértices do triângulo. Essa distribuição resultou num espaçamento de 6,93 m entre linhas e 8 m entre plantas e densidade de plantio de 179 plantas por hectare.

## Dimensionamento do sistema de irrigação

Foi utilizado um sistema de microaspersão, com dois emissores por planta, com vazão individual de  $58,7 \text{ L h}^{-1}$ , na pressão de serviço de 20 m.c.a. O sistema foi dimensionado considerando as características topográficas e edafoclimáticas locais (Tabela 1) e os parâmetros de manejo da irrigação, recomendados para a cultura (Tabela 2) (Antonini; Malaquias, 2019).

**Tabela 1.** Características edafoclimáticas do local do pomar.

Característica edafoclimática	Unidade	Métrica
Capacidade de campo – Cc	( $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ )	0,32
Ponto de murcha permanente – Pmp	( $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ )	0,18
Capacidade de água disponível na profundidade de 40 cm – CAD	(mm)	56,00
Evapotranspiração de referência máxima média do ano – Eto	( $\text{mm dia}^{-1}$ )	5,50

**Tabela 2.** Parâmetros de manejo da irrigação da palma de óleo e arranjo de plantio.

Parâmetro de manejo da irrigação	Ano após o plantio definitivo				
	1º	2º	3º	4º	5º
Coeficiente de cultura – Kc (ad)	0,75	0,85	0,95	1,05	1,10
Fator de disponibilidade de água – f (ad)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Área molhada em relação à ocupada pela planta – AM (%)	14,00	16,00	55,00	61,00	61,00
Profundidade efetiva do sistema radicular – Per (cm)	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00

Para facilitar as análises a serem feitas, o sistema de irrigação foi dividido em subsistemas, denominados de captação e recalque de água (bomba

com conexões e dispositivos de controle, motor elétrico, válvulas de segurança e controle, sucção, equipamentos elétricos e casa de bomba), condução de água (filtros, tubulações enterradas e conexões), distribuição de água (microaspersores, microtubos, estacas de aspersores, tubulação lateral e conexões).

O equipamento foi dimensionado com capacidade de suprir as necessidades hídricas da cultura da palma de óleo, funcionando, no máximo, 11 horas por dia, a partir das 21h30, para as irrigações do pomar serem feitas, utilizando o horário noturno, compreendido entre as 21h30 e 6 h do dia seguinte, a fim de se beneficiar do desconto especial na tarifa da carga destinada à irrigação, vinculada à atividade agropecuária. Considerando que o sistema pode funcionar 21 horas por dia, ficou um restante de 10 horas que podem ser utilizadas com outra cultura, o que representa 47,6% da capacidade instalada do equipamento. Portanto, esse percentual, foi abatido do custo do sistema de bombeamento e da parte da adutora, relativa ao trecho entre o conjunto motobomba e o início do pomar.

A área molhada ao redor da planta por ocasião da aplicação da lâmina de água foi de 14%, 16%, 55%, 61% e 61% da área total ocupada por planta, respectivamente, para o primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto ano de plantio definitivo, com vistas a acompanhar, no solo, o aumento da área de projeção da copa da planta que, por sua vez, representa o desenvolvimento horizontal do sistema radicular ao longo do tempo. Para a estimativa da área molhada, foi desenvolvida a equação 1 que considera o raio de alcance e a distância de instalação dos aspersores em relação a planta. Dessa forma, o aumento percentual da área molhada foi obtido afastando-se os aspersores em relação a planta.

$$AM = 2 \pi R^2 - \{\pi[(R^2 - d^2)^{0,5} \times (R - d)]\} \quad (1)$$

em que:

AM = Área molhada por planta (m<sup>2</sup>).

R = Raio de alcance do aspersor (m).

d = distância do aspersor em relação a planta (m).

## Manejo de irrigação

O manejo de irrigação foi feito com base no balanço climatológico da água no solo. O momento de irrigação foi determinado quando o balanço climatológico acusava o consumo de 60% da capacidade de água disponível do solo e a lâmina de água aplicada, em cada irrigação, foi a necessária para elevar, novamente, o solo à capacidade de campo. A estimativa do consumo de água foi calculada a partir dos valores diários de evapotranspiração de referência e do coeficiente de cultura, relativo ao ano de desenvolvimento da cultura (Antonini; Malaquias, 2019; Antonini et al., 2015b). O manejo de irrigação estabelecido foi simulado durante 10 anos agrícolas subsequentes (2006/2007 a 2015/2016), para cada ano de desenvolvimento da cultura. O ano agrícola considerado foi o período compreendido entre 31 de outubro de um ano a 30 de outubro do ano seguinte.

O evento de irrigação (EI) foi iniciado quando o balanço hídrico indicou o momento de irrigação e finalizado ao completar a irrigação de todas as unidades operacionais, conforme período de irrigação adotado.

A planilha eletrônica Excel da Microsoft® foi utilizada para a rotina de cálculo do manejo da irrigação, bem como, do consumo e do custo de energia e mão de obra. Os dados de entrada foram os atributos físico-hídricos do solo (Tabela 1), parâmetros de manejo de irrigação da cultura (Tabela 2), dados diários de precipitação pluviométrica e de evapotranspiração de referência do local, potência e capacidade instalada do sistema de irrigação, valor da diária do trabalhador rural, acrescida dos custos sociais e percentuais relativos a hora extra e trabalho noturno, e valor da tarifa de energia elétrica do Distrito Federal, grupo B, classe rural, nos horários de fora de ponta e noturno, para o período reservado de 21h30 a 6 h do dia seguinte. Os dados de saída avaliados para cada EI foram: lâmina de água requerida pela cultura (LR), tempo de irrigação (T) para aplicação de LR, consumo de energia elétrica (CEE), consumo de mão de obra para acionamento do sistema de irrigação (MO), custo de energia nos períodos de fora de ponta e reservado (CE) e número de eventos de irrigação realizados no ano agrícola (NEI).

## Levantamento de preços, serviços e consumos

O valor do equipamento de irrigação instalado (VI) foi obtido pelo levantamento de preços dos componentes, realizado em 2020, definidos no dimensionamento e dos serviços necessários para a instalação deles.

A mão de obra (MO) para operacionalização do sistema de irrigação foi estimada considerando o tempo gasto no deslocamento do operador para acionamento dos registros de controle da água, no pomar e do motor, na casa de bombas. Esse tempo (TA) foi estimado para cada EI em 2,5 horas ou 0,3125 homem-dia, considerando o número de registros a ser acionados e a distância média entre a sede da propriedade e a casa de bombas.

A lâmina de água de irrigação utilizada pela cultura em cada EI foi calculada pela equação 2, seguindo o critério de elevar a umidade do solo novamente à capacidade de campo.

$$LR = CAD - AR \quad (2)$$

em que:

LR = Lâmina de água de irrigação requerida pela cultura (mm).

CAD = Capacidade de água disponível do solo (mm).

AR = Lâmina de água remanescente no solo, no momento da irrigação (mm).

O tempo de irrigação para aplicação de LR foi determinado conforme a equação 3, considerando a eficiência e a intensidade de aplicação de água dos emissores, bem como, o número total de unidades operacionais de irrigação do projeto e as unidades irrigadas ao mesmo tempo.

$$T = \left( \frac{LR \times UO}{EA \times IA \times UOT} \right) \quad (3)$$

em que:

T = Tempo de irrigação para aplicação da LR (h).

LR = Lâmina de água de irrigação requerida pela cultura (mm).

UO = Unidades de operação de irrigação do pomar (ud).

EA = Eficiência de aplicação de água (decimal).

IA = Intensidade de aplicação de água dos emissores (mm h<sup>-1</sup>).

UOT = Unidades de operação de irrigação funcionando ao mesmo tempo (ud).

O consumo de energia elétrica foi obtido em função da potência do motor e do tempo gasto em cada EI, conforme explicitado na equação 4.

$$LR = CAD - AR \quad (4)$$

em que:

CEE = Consumo de energia elétrica por evento de irrigação (kWh).

P = Potência instalada do motor (CV).

T = Tempo gasto em cada EI (h).

O número de eventos de irrigação realizados no ano agrícola (NEI) foi computado pelo somatório dos EI ocorridos, conforme a equação 5.

$$NEI = \sum EI \quad (5)$$

em que:

NEI = Número de eventos de irrigação ocorridos no ano agrícola (ud).

EI = Eventos de irrigação (ud).

## Levantamento de custos

Neste trabalho, todos os custos levantados se referem ao ano de 2020. Utilizou-se a metodologia de levantamento de custos de produção adotado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2010). Por se tratar de uma estimativa feita a partir de dados experimentais, optou-se pelo levantamento de custos de curto prazo. Dessa forma, foi possível uma análise econômica simplificada, porém suficiente para comparar com outros arranjos produtivos.

Para calcular a depreciação do equipamento de irrigação instalado, foi utilizado o método direto ou linear (Fernandes et al., 2008), conforme equação 6. A vida útil do sistema foi estabelecida em 20 anos, com base nas horas de irrigação por ano, nos materiais de confecção dos componentes, nas con-

dições físicas de operação e no nível de reparo e manutenção do sistema (Frizzone; Andrade Júnior, 2005). O valor de sucata estabelecido foi de 15%, com base na média dos valores recomendados por Marouelli et al., 2011; Vieira et al., 2011.

$$D = \left( \frac{VI - VS}{VU} \right) \quad (6)$$

em que:

D = Depreciação do equipamento instalado (R\$ ano<sup>-1</sup>).

VI = Valor do equipamento instalado (R\$).

VS = Valor de sucata do equipamento instalado (R\$).

VU = Vida útil do equipamento (ano).

O custo de oportunidade foi calculado sobre o valor médio do bem de capital e utilizada a taxa de desconto de 6% ao ano. O custo de oportunidade foi computado pela equação 7 (Marouelli et al., 2011).

$$CO = \left( \frac{I}{100} \right) \times \left( \frac{VI - VS}{2} \right) \quad (7)$$

em que:

CO = Custo de oportunidade (R\$).

I = Taxa de juros de desconto anual (%).

VI = Valor do equipamento instalado (R\$).

VS = Valor de sucata do equipamento instalado (R\$).

Os custos variáveis totais foram estimados para o ano agrícola a partir dos EI, com exceção do custo de manutenção que foi estimado, conforme Fernandes et al. (2008) e Keller e Bliesner (1990), adotando-se o custo de manutenção anual como um percentual do valor do componente do sistema, ou seja, tubulações enterradas 0,5%, tubulações na superfície 1%, estruturas 1,5%, motobomba 6%, emissores 7% e filtros 8%.



$$CMA = VC_i \times \left( \frac{p_i}{100} \right) + \dots + VC_n \times \left( \frac{p_n}{100} \right) \quad (8)$$

em que:

CMA = Custo anual de manutenção do sistema de irrigação (R\$).

VC = Valor de compra do componente do sistema de irrigação (R\$).

p = percentagem estipulada para o componente (%).

i e n = Especifica o componente do sistema (ud).

O custo da energia elétrica foi computado com base no consumo do motor e no valor da tarifa da classe rural, sem ICMS, para o horário fora de ponta (0,4056 R\$ kWh<sup>-1</sup>) e noturno compreendido entre às 21h30 e 6h horas do dia seguinte (0,1348, R\$ kWh<sup>-1</sup>) (ENEL, 2020), conforme a equação 9.

$$CE = \sum_{EI=1}^{EI=N} (CEE \times TR) \quad (9)$$

em que:

CE = Custo anual do consumo de energia elétrica (R\$).

CEE = Consumo de energia elétrica por evento de irrigação (kWh).

TR = Valor da tarifa conforme horário de funcionamento do sistema (kWh<sup>-1</sup>).

O custo da mão de obra foi estimado com base no salário mínimo de 2020, considerando uma jornada de trabalho mensal de 220 horas, salário do trabalhador igual a 1,5 salários mínimos por mês, acrescido dos custos sociais (45,64% do salário), hora extra (acréscimo de 50% da hora normal) e trabalho noturno (acréscimo de 25% da hora normal). O custo relativo ao ano agrícola foi obtido segundo a equação 10.

$$CMO = 2,21 \times \left( \frac{S \times TA \times NEI}{JTM} \right) \quad (10)$$

em que:

CMO = Custo anual de mão-de-obra (R\$).

S = Valor do salário do trabalhador (R\$).

TA = Tempo gasto para acionamento do sistema de irrigação por EI (h).

NEI = Número de EI ocorridos no ano agrícola (ud).

JTM = Jornada de trabalho mensal do trabalhador rural (h).

## Resultados e Discussão

Os custos da irrigação diferem em valores para os anos estudados. Além disso, deve-se considerar que os três primeiros anos são de estabelecimento da cultura. Na Tabela 3, são apresentadas as características do sistema de irrigação e, na Tabela 4, os preços dos componentes e serviços de instalação do sistema. Observa-se que os subsistemas de captação e recalque de água, condução de água e distribuição de água absorveram 27%, 37% e 36% do valor total do equipamento, enquanto Vieira et al. (2011) encontraram valores de 22%, 35% e 43%, em sistema de irrigação por gotejamento.

**Tabela 3.** Características do sistema de irrigação dimensionado.

Característica	Ano após o plantio definitivo				
	1º	2º	3º	4º	5º
Potência nominal do motor – P (CV)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Horas de trabalho máxima por dia – HT (h)	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Área molhada por planta – AM (m <sup>2</sup> )	7,60	8,60	24,78	27,68	27,68
Intensidade de aplicação de água – IA (mm h <sup>-1</sup> )	15,44	13,65	4,74	4,24	4,24
Eficiência estimada de aplicação de água – EA (decimal)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Unidades de irrigação do sistema – UO (ud)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Unidades irrigadas por dia – UOD (ud)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Unidades irrigadas ao mesmo tempo – UOT (ud)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Período de irrigação – PI (dia)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

**Tabela 4.** Custo dos componentes e serviços necessários para a instalação do sistema de irrigação por microaspersão em pomar de palma de óleo com 10,81 ha, Distrito Federal.

Subsistema	Especificação do componente do sistema/unidade	Quant.	Valor (R\$)	
			Unit.	Total
Captação e recalque de água	Casa de bomba* (ud)	1	4.500,00	4.500,00
	Transformador trifásico 20 kVA* (ud)	1	1.760,00	1.760,00
	Painel elétrico*	1	1.200,00	1.200,00
	Medidor de energia* (ud)	1	2.000,00	2.000,00
	Válvula de pé com crivo 5"* (ud)	1	200,00	200,00
	Mangote de sucção 5"* (m)	6	50,00	300,00
	Conjunto Motobomba 20 CV* (ud)	1	8.000,00	8.000,00
	Registro de gaveta metálico 4"* (ud)	1	400,00	400,00
	Manômetro de glicerina 20 kgf/cm <sup>2</sup> * (ud)	1	90,00	90,00
	Redução concêntrica 50 mm X 100 mm* (ud)	1	400,00	400,00
	Redução excêntrica 125 mm X 50 mm* (ud)	1	450,00	450,00
	Curva de 90° PVC 100 mm* (ud)	1	50,00	50,00
	Curva de 120° PVC 100 mm* (ud)	2	60,00	120,00
	Filtro tela 3", 125 mesh, ps 80 mca, q = 50m <sup>3</sup> /h* (ud)	1	520,00	520,00
	Válvula de retenção 4"* (ud)	1	440,00	440,00
	Serviços de instalação* (hm)**	5	160,00	800,00
	Serviços de instalação* (hd)***	5	83,02	415,10
	<b>Subtotal</b>			<b>21.645,10</b>

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Subsistema	Especificação do componente do sistema/unidade	Quant.	Valor (R\$)	
			Unit.	Total
Condução de água	Tubo de 100 mm PVC soldável PN 60 de 6 m* (ud)	70	90,00	
	T soldável de PVC de 100 mm x 75 mm (ud)	1	60,00	60,00
	T soldável de PVC 75 mm (ud)	10	62,00	620,00
	Curva de 90° PVC ponta/bolsa de 75 mm (ud)	20	18,00	360,00
	Curva de 90° PVC bolsa/bolsa de 75 mm (ud)	20	20,00	400,00
	Registro de esfera PVC soldável 75mm (ud)	10	90,00	900,00
	Anel de tomada de PVC 2. 1/2" X 3/4 " (ud)	10	10,00	100,00
	Tubo de 75 mm PVC soldável PN 40 de 6 m (ud)	225	60,00	13.500,00
	Cap de pvc 75 mm (ud)	10	10,00	100,00
	Cap de pvc 100 mm (ud)	2	12,00	24,00
	Adesivo plástico Frasco de 800 g (ud)	7	35,00	246,75
	Solução limpadora Frasco de 800 ml (ud)	12	30,00	360,00
	Serviços de instalação (hm)**	42	160	6724,8
	Serviços de instalação (hd)***	4	83,02	332,08
Subtotal				30.027,63
Tubo PELBD, PN 25, DN 20 mm, rolo 500 m (ud)				12.112,80

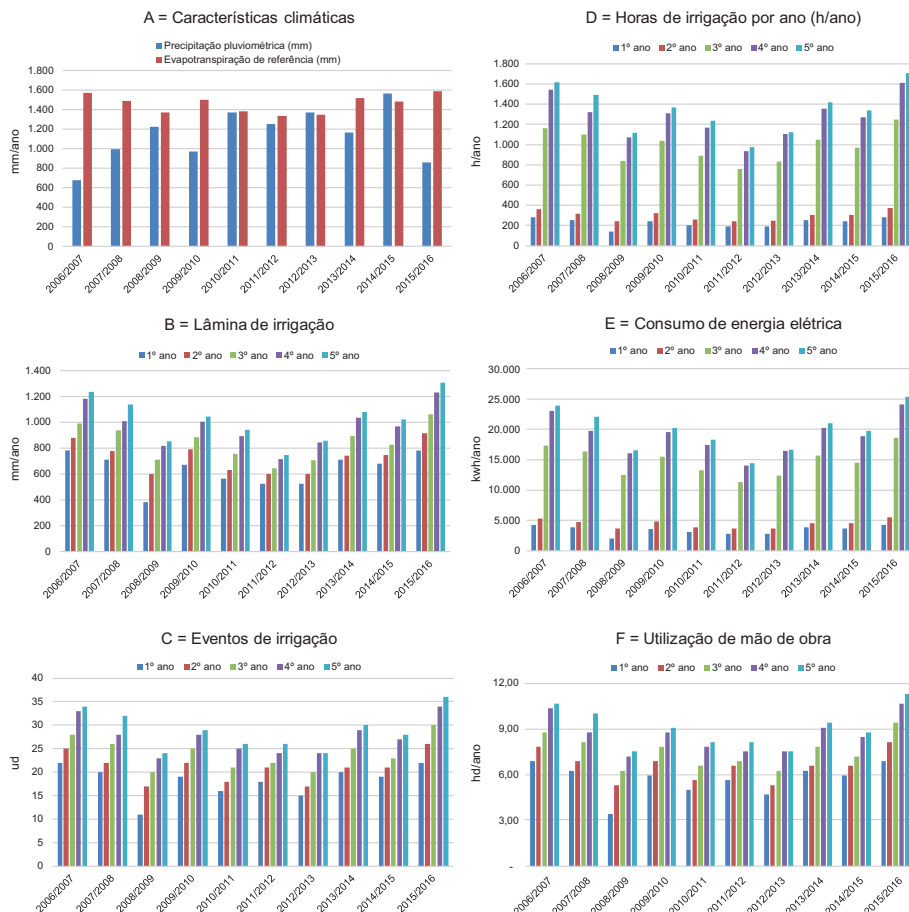
Continua...

Tabela 4. Continuação.

Subsistema	Especificação do componente do sistema/unidade	Quant.	Valor (R\$)	
			Unit.	Total
Condução de água	Fim de linha tipo oito (ud)	300	1,10	330,00
	Microaspersor (estaca, microtubo e conector) (ud)	3.870	4,00	15.480,00
	Conector inicial de linha com chula de 20 mm (ud)	300	2,00	600,00
	União interna de 3/4" (ud)	300	0,50	150,00
	Serviços de instalação (hd)***	11	83,02	913,22
	Subtotal			29.586,02
Total				81.258,75
Desconto*				11.874,44
Valor do sistema (10,81 ha) – VI				69.384,31
Valor do sistema por hectare				6.418,53

\*Componentes do sistema que serão utilizados 47,6% do tempo com a irrigação de outra cultura; \*\*horas máquina; \*\*\*homem-dia.

Na Figura 1A, observa-se que tanto a precipitação como a evapotranspiração de referência apresentaram variação de valores anuais durante os 10 anos agrícolas da simulação e que, neste período, a menor e a maior precipitação foram nos anos agrícolas de 2006/2007 e 2014/2015, respectivamente.



**Figura 1.** Características climáticas e simulação para o período de 10 anos dos parâmetros de manejo de um sistema de irrigação por microaspersão para uma área de 10,81 ha, durante o primeiro, o segundo, o terceiro, o quarto e o quinto ano de cultivo da palma de óleo, nas condições edafoclimáticas do Cerrado.

Como o uso da irrigação foi para suprir o déficit hídrico ocasionado pela deficiência de precipitação, constata-se que os valores da lâmina de irrigação anual aplicada variaram em função da precipitação em todos os anos estudados. Observa-se, ainda, independente do ano agrícola, que a demanda anual de água (Figura 1 B) aumentou com o desenvolvimento da cultura. Esse comportamento se justifica em função do crescimento da planta, principalmente, pelo aumento da área foliar, que, segundo Bulgarelli et al. (2002), se estende até o oitavo ano de desenvolvimento da palma de óleo. Em relação aos parâmetros/insumos observados nas Figuras 1B, 1C, 1D, 1E e 1F, verifica-se tendência de crescimento em função do próprio estabelecimento da cultura.

Na Tabela 5, nota-se os valores médios de lâmina de irrigação aplicada, número de eventos de irrigação, horas de irrigação, consumo e custo de energia elétrica, utilização e custo de mão de obra obtidos na simulação do manejo de irrigação para 10 anos agrícolas subsequentes (2006/2007 a 2015/2016).

Observa-se que os custos, tanto da energia elétrica como da mão de obra, aumentaram com o desenvolvimento da cultura, em função do aumento do tempo de irrigação necessário para suprir a demanda evapotranspirométrica. O aumento do custo da energia, no último ano, foi de 679,4%, enquanto o da mão de obra foi de 158,8%. Essa diferença, em percentuais, é devida ao custo da energia estar diretamente relacionado com as horas de irrigação e o custo de mão de obra relacionado com o número de eventos de irrigações requeridas no ano agrícola.

Na Tabela 6, observam-se os custos fixo e variáveis estimados para irrigar um pomar de palma de óleo de 10,81 ha. Nota-se que os custos fixos, pelos valores apresentados, representam um grande percentual do custo total, variando de 71% no primeiro ano a 48% no quinto ano. Analisando os custos variáveis, verifica-se que a energia elétrica, embora tenha a menor participação no primeiro e no segundo ano (respectivamente 7% e 9%), aumentou nos anos seguintes, chegando a 33% no quinto ano. Esse comportamento é em função do aumento do requerimento de água da palma de óleo à medida que a planta se desenvolve. No custo de manutenção e de mão de obra, a participação variou, respectivamente de 11% a 8% e 11% a 12%.

**Tabela 5.** Valores médios de lâmina de irrigação aplicada, número de eventos de irrigação, horas de irrigação, consumo e custo de energia elétrica, utilização e custo de mão de obra obtidos na simulação de 10 anos agrícolas subsequentes (2006/2007 a 2015/2016), num pomar de 10,81 ha, do primeiro ao quinto ano de desenvolvimento da palma de óleo irrigada por microaspersão no Distrito Federal.

Parâmetro analisado	Estatística	Ano de desenvolvimento da cultura				
		1º	2º	3º	4º	5º
Lâmina de irrigação aplicada (mm ano <sup>-1</sup> )	Média	634,5	728,5	842,4	970,0	1.022,3
	DP <sup>(1)</sup>	128,9	117,4	135,3	159,5	177,1
	CV <sup>(2)</sup> (%)	20,3	16,1	16,1	16,4	17,3
Número de eventos de irrigação (ud ano <sup>-1</sup> )	Média	18	21	24	28	29
	DP	3,4	3,1	3,4	3,7	4,1
	CV (%)	18,6	14,5	14,2	13,6	14,3
Horas de irrigação (h ano <sup>-1</sup> )	Média	228,3	296,5	987,8	1.270,5	1.339,1
	DP	46,4	47,8	158,6	208,9	232,0
	CV (%)	20,3	16,1	16,1	16,4	17,3
Consumo de energia elétrica (kWh ano <sup>-1</sup> )	Média	3.409,6	4.424,0	14.737,5	18.956,5	19.818,6
	DP	696,9	713,2	2.366,9	3.116,4	3.433,6
	CV (%)	20,4	16,1	16,1	16,4	17,3
Utilização de mão de obra (hd <sup>(3)</sup> ano <sup>-1</sup> )	Média	5,7	6,6	7,5	8,6	9,0
	DP	1,1	1,0	1,1	1,2	1,3
	CV (%)	18,6	14,5	14,2	13,6	14,3
Custo da energia (R\$ ano <sup>-1</sup> )	Média	471,9	596,2	2.097,6	3.039,7	3.205,9
	DP	90,1	96,1	424,6	522,6	584,3
	CV (%)	19,1	16,1	20,2	17,2	18,2
Custo da mão de obra (R\$ ano <sup>-1</sup> )	Média	715,3	825,3	937,5	1.080,8	1.135,8
	DP	133,3	120,1	132,8	147,3	162,0
	CV (%)	18,6	14,5	14,2	13,6	14,3

<sup>(1)</sup> Desvio padrão; <sup>(2)</sup> Coeficiente de variação; <sup>(3)</sup> homem-dia.



**Tabela 6.** Estimativa dos custos fixos e variáveis demandados pelo uso da tecnologia de irrigação, em um pomar de 10,81 ha, do primeiro ao quinto ano de desenvolvimento da palma de óleo, irrigado por microaspersão, no Distrito Federal.

Ano de cultivo	Custo fixo (R\$ ano <sup>-1</sup> )		Custo variável (R\$ ano <sup>-1</sup> )			Custo total	
	D <sup>(1)</sup>	CO <sup>(2)</sup>	CMA <sup>(3)</sup>	CMO <sup>(4)</sup>	CE <sup>(5)</sup>	R\$ ano <sup>-1</sup>	R\$ ano <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>
1º	2.948,83	1.769,30	748,24	715,30	471,90	6.653,58	615,50
2º	2.948,83	1.769,30	748,24	825,30	596,20	6.887,88	637,18
3º	2.948,83	1.769,30	748,24	937,50	2.097,60	8.501,48	786,45
4º	2.948,83	1.769,30	748,24	1.080,80	3.039,70	9.586,88	886,85
5º	2.948,83	1.769,30	748,24	1.135,80	3.205,90	9.808,08	907,32

(<sup>1</sup>) Depreciação; (<sup>2</sup>) Custo de oportunidade; (<sup>3</sup>) Custo de manutenção anual; (<sup>4</sup>) Custo de mão de obra anual; (<sup>5</sup>) Custo anual da energia elétrica.

Observa-se, ainda, na Tabela 6, que o custo anual da aplicação da tecnologia de irrigação por unidade de área variou com o ano de desenvolvimento da cultura, tendo um custo de 615,50 R\$ ano<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> no primeiro ano e 907,32 R\$ ano<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> no quinto ano.

Os resultados desse estudo são pioneiros sobre o levantamento de custos de inserção da tecnologia da irrigação suplementar na cultura da palma de óleo no Cerrado. Alguns trabalhos de pesquisa realizados têm mostrado que o uso da tecnologia aumenta a produtividade quando comparada a cultivo de sequeiro. Antonini et al. (2013) observaram, em condições irrigadas no cerrado, um aumento de 19% a 45% na produtividade, dependendo do cultivar utilizado. Martínez et al. (2012) constatou que o fator irrigação é determinante para o rendimento devido ao maior número de cachos de fruto fresco (CFF) produzidos; à regularidade e ao aumento do seu peso médio. Vega et al. (2010) observaram que a adoção da irrigação proporcionou um aumento da PCFF em 26% e que os híbridos diferem significativamente, entre si, quanto à resposta à irrigação.

## Conclusões

---

Em função das condições experimentais e de simulação nas quais foram baseadas o presente estudo, considerando dados reais de precipitação, evapotranspiração de referência, custos fixos e variáveis, pode-se sugerir que o custo do uso da tecnologia de irrigação por microaspersão no cultivo de palma de óleo em condições de solo e clima do Cerrado varia com o ano de desenvolvimento da cultura, atingindo, no quinto ano, o valor de 907,32 R\$ ano<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>, valor este relativo aos preços praticados no ano de 2020. Os custos fixos representam a maior parte do custo total de 71% a 48%, enquanto os custos variáveis representam de 29% a 52%, quando se considera o primeiro e o quinto ano de cultivo, respectivamente. É possível que na existência de demanda por produção de cachos de frutos frescos, em escala comercial, seja necessário ajustes, inclusive para tomada de decisão sobre o sistema de irrigação utilizado, caso seja diferente.

## Referências

---

- ALLEN, R. G.; EREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).
- ANTONINI, J. C. A.; MALAQUIAS, J. V. **Estabelecimento do momento de irrigação da palma de óleo, cultivada sob condições de clima tropical de savana**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2019. 22 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Cerrados, 350).
- ANTONINI, J. C. A.; VELOSO, R. F.; MALAQUIAS, J. V. Produtividade de óleo da palma de óleo cultivada com irrigação suplementar nas condições de clima tropical de savana. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 25., 2015, Aracaju. **Anais...** Aracaju: UFS, 2015a. 1 CD ROM.
- ANTONINI, J. C. A.; VELOSO, R. F.; MALAQUIAS, J. V. **Evapotranspiração e coeficiente de cultivo na fase produtiva da palma de óleo (*Elaeis Guineensis* Jacq) nas condições de clima tropical de savana**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2015b. 21 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 325).
- ANTONINI, J. C. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; MALAQUIAS, J. V.; VELOSO, R. F.; SANZONOWICZ, C.; SUESS, R. C.; GOMES, J. G. Consumo de água de irrigação e produtividade da palma de óleo cultivada nas condições edafoclimáticas de savana tropical. In: WORKSHOP AGROENERGIA: MATÉRIAS PRIMAS, 7., 2013, Ribeirão Preto. **Resumo...** Ribeirão Preto: APTA, 2013. 1 CD-ROM.
- BASTOS, T. X. Aspectos agroclimáticos do dendezeiro na Amazônia Oriental. In: VIÉGAS, I. de J. M.; MÜLLER, A. A. (Ed.). **A cultura do dendezeiro na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 47-59.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diagnóstico da produção sustentável da palma de óleo**. Brasília, DF, 2018.

BULGARELLI, J.; CHINCHILLA, C.; ALVARADO, A.; Curvas de crecimiento vegetativo en un cruce comercial Deli x AVROS Costa Rica. **ASD Oil Palm Papers**, n. 24, p. 30-31, 2002.

CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of oil palm (*Elaeis guineenses*): a review. **Experimental Agriculture**, v. 47, n. 04, p. 629-652, 2011.

CALVACHE, M. U. Manejo del riego en el cultivo de la palma aceitera. **Revista el Palmicultor**, n. 15, p. 33-38, 2002.

CONAB. **Custos de produção agrícola**: a metodologia da Conab. Brasília, DF, 2010. 60 p. (ANTES ENTRAVA COMPANHIA)

CORLEY, R. H. V. How much palm oil do we need? **Environmental Science & Policy**, v. 12, n. 2, p. 134-139, 2009.

COSTA, M. R. T. da.; HOMMA, A. K. O.; REBELLO, F. K.; SOUZA FILHO, A. P. da S.; FERNANDES, G. L. da C.; BALEIXE, W. **Atividade agropecuária no estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2017. 174 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 432).

CUNHA, R. N. C. da; LOPES, R.; GOMES JÚNIOR, R. A.; RODRIGUES, M. do R. L.; TEIXEIRA, P. C.; ROCHA, R. N. C. da; LIMA, W. A. A. de. Material genético utilizado para a produção sustentável da cultura da palma de óleo na Amazônia. In: RAMALHO FILHO, A.; MOTTA, P. E. F.; FREITAS, P. L.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Zoneamento agroecológico, produção e manejo da cultura de palma de óleo na Amazônia**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. p. 93-100.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 212 p. (Estudio FAO. Riego y drenaje, 33).

DOORENBOS, J.; PRUITT, J. O. **Crop water requirement**. Rome: FAO, 1977. 179 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 24).

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018.

ENEL. **Tarifas do grupo B**: tarifa convencional. Disponível em: [enel.com.br/pt-goias/Tarifas-Enel.html](http://enel.com.br/pt-goias/Tarifas-Enel.html). Acesso em: 28 mar. 2020.

FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, R.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na cultura do café**. 2. ed. Uberaba: O Lutador, 2008. 476 p.

FRIZZONE, J. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. **Planejamento de irrigação**: análise de decisão de investimento. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 626 p.

GOMES JUNIOR, R. A.; BARRA, V. R. **Seleção de áreas aptas para o cultivo sustentável da palma de óleo**. In: GOMES JUNIOR, R. A. (Ed.). Bases técnicas para a cultura da palma de óleo integrado na unidade produtiva da agricultura familiar. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 190 p.

GONÇALVES, A. O.; BASTOS, T. X.; BARROS, A. H.; RAMALHO FILHO, A.; MOTTA, P. E. F. Procedimento metodológico da avaliação da aptidão climática para a cultura da palma de óleo nas áreas desmatadas da Amazônia legal. In: RAMALHO FILHO, A.; MOTTA, P. E. F.; FREITAS, P. L.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Zoneamento agroecológico, produção e manejo da cultura de palma de óleo na Amazônia**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. p. 47-50.

GONSALVES, A. C. R. Dendzeiro (*Elaeis guineenses* Jacq.). In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. (Coord.). **Ecofisiologia de culturas extrativas**: cana-de-açúcar, seringueira, coqueiro, dendzeiro e oliveira. Cosmópolis: Stoller do Brasil. 2001. p. 95-112.

INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. **The World Bank Group Framework and IFC Strategy for Engagement in the Palm Oil Sector**. Washington, D. C.: World Bank, 2011.

JACKSON, T. A.; CRAWFORD, J. W.; TRAEHALT, C.; SANDERS, T. A. B. Learning to love the world's most hated crop. **Journal of Oil Palm Research**, v. 31, (september), p. 331-347, 2019.

KALLARACKAL, J.; JEYAKUMAR, P.; GEORGE, S. J. Water use of irrigated oil palm at three different arid locations in Peninsular India. **Journal of Oil Palm Research**, v. 16, n. 1, p. 59-67, 2004.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkler and trickle irrigation**. New York: Avibook, 1990. 65 p.

LIMA, S. M. V.; FREITAS FILHO, A. de; CASTRO, A. M. G. de; SOUZA, H. R. de. **Desempenho da cadeia produtiva do dendê na Amazônia Legal**. Manaus: SUDAM, 2000. 151 p.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 25 p. (Embrapa. Circular Técnica 98).

MARTÍNEZ, O.; HIDALGO, D.; LEMA, D.; REINOSO, VEGA, C.; CAMACHO, O.; REYES, S.; MORALES, R.; CALVACHE, M.; BERNAL, G. **Influencia del riego en el comportamiento de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) en la zona de La Concordia-Santo Domingo de los Tsáchilas**, Ecuador, Quinindé: ANCUPA, 2012. 19 p. (ANCUPA. Boletín técnico, 8).

MÉNDEZ, Y. D. R.; CHACÓN, L. M.; BAYONA, C. J.; ROMERO, H. M. Physiological response of oil palm interspecific hybrids (*Elaeis oleifera* HBK Cortes versus *Elaeis guineensis* Jacq.) to water deficit. **Brazilian Society of Plant Physiology**, v. 24, n. 4, p. 273-280, 2012.

ORTIZ, K.; CALVACHE, M. U. Balance hídrico entres híbridos Tenera de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) con riego y sin Riego. In: CONGRESO ECUATORIANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 14., 2014, Esmeralda. **Anais eletrônicos...** Quito: SECSUELO, 2014. Disponível em: <[https://www.academia.edu/9731446/Balance\\_Hidrico\\_en\\_Palma\\_Aceitera](https://www.academia.edu/9731446/Balance_Hidrico_en_Palma_Aceitera)>. Acesso em: 27 abr. 2018

POTTS, J.; LYNCH M; WILKINGS, A.; HUPPÉ, G.; CUNNINGHAM, M.; VOORA, V. **The state of sustainability initiatives review 2014**: Standards and the green economy. [S. l.]: IISD: IIED, 2014. v. 29, p. 332.

SCHMIDT, J. H.; WEIDEMA, B. P. Shift in the marginal supply of vegetable oil. The **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 13, n. 3, p. 235-239, 2008.

VEGA, C.; CALVACHE, M.; MORALES, R. Influencia del riego em el comportamiento de três híbridos tenera de palma aceitera (*Elaeis guineenses* Jacq.) de diferentes orígenes. La Concordia – Esmeraldas. (5º año de ejecución). In: CONGRESO ECUATORIANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 12., 2010, Santo Domingo. **Resumos...** Quito: SecSuelo, 2010. Disponível em: <<http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/19.-Cristian-Vega-RiegoPalma.-ANCUPA-Ecuador.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

VIEIRA, G. H. S.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. A.; MONTES, D. R. P.; CUNHA, F. F. da. Custo da irrigação do cafeeiro em diferentes tipos de equipamento e tamanhos de área. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 19, n. 1, janeiro / fevereiro 2011 p. 53-61.

VIJAY, V.; PIMM, S. L.; JENKINS, C. N.; SMITH, S. J. The impacts of oil palm on recent deforestation and biodiversity loss. **Plos One**, july 27, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0159668.



---

*Cerrados*

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL